

SKRIPSI

STUDI PEMBUATAN BERAS ANALOG BERBASIS TEPUNG SAGU (*Metroxylon sagu* Robb.), TEPUNG JAGUNG KUNING (*Zea mays L. saccharata* Sturt), DAN TEPUNG DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L.) DALAM PEMENUHAN GIZI IBU MENYUSUI

Disusun dan diajukan oleh

**TRIE ELA ROMBE
G031 17 1009**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

STUDI PEMBUATAN BERAS ANALOG BERBASIS TEPUNG SAGU (*Metroxylon sagu* Robb.), TEPUNG JAGUNG KUNING (*Zea mays L. saccharata* Sturt.), DAN TEPUNG DAUN KELOR (*Moringa oleifera L.*) DALAM PEMENUHAN GIZI IBU MENYUSUI

STUDY OF PRODUCTION OF ANALOG RICE BASED ON SAGO FLOUR (*Metroxylon sagu* Robb.), YELLOW CORN FLOUR (*Zea mays L. saccharata* Sturt), AND MORINGA LEAF FLOUR (*Moringa oleifera L.*) IN NUTRITIONAL FULFILLMENT OF BREASTFEEDING WOMEN

OLEH:

TRIE ELA ROMBE

G031 17 1009

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Studi Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Sagu (*Metroxylon sagu* Robb.), Tepung Jagung Kuning (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt), dan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) dalam Pemenuhan Gizi Ibu Menyusui

Nama : Trie Ela Rombe

NIM : G031171009

Menyetujui,

Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta
Pembimbing I

Dr. Andi Nur Faidah Rahman, S.TP., M.Si
Pembimbing II

Mengetahui,

Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si
Ketua Program Studi

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Trie Ela Rombe
NIM : G031 17 1009
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**“Studi Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Sagu (*Metroxylon sagu* Robb.),
Tepung Jagung Kuning (*Zea mays L. saccharata* Sturt.), dan Tepung Daun Kelor
(*Moringa oleifera* L.) dalam Pemenuhan Gizi Ibu Menyusui”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Februari 2023



Trie Ela Rombe

ABSTRAK

TRIE ELA ROMBE (NIM. G031171009). Studi Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Sagu (*Metroxylon sagu* Robb.), Tepung Jagung Kuning (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt), dan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) dalam Pemenuhan Gizi Ibu Menyusui. Dibawah Bimbingan Meta Mahendradatta dan Andi Nur Faidah Rahman

Latar belakang: Beras analog merupakan alternatif berbasis tanaman yang menyerupai beras yang dapat terbuat dari dedaunan, umbi-umbian, dan serelia yang diketahui memiliki sejumlah manfaat bagi kesehatan. Beras analog memiliki rasa, tekstur, dan tampilan yang menyerupai beras pada umumnya dan dapat menjadi pilihan bergizi pengganti nasi. Beberapa bahan baku yang dapat digunakan dalam pembuatan beras analog, yaitu tepung sagu (*Metroxylon sagu* Robb.), tepung jagung kuning (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt), dan tepung daun kelor (*Moringa oleifera* L.) karena memiliki kandungan gizi yang tinggi terutama protein dan zat besi yang baik bagi ibu menyusui. **Tujuan:** untuk memproduksi sumber pangan alternatif berupa beras analog yang terbuat dari sagu, jagung kuning, dan daun kelor untuk pemenuhan gizi ibu menyusui serta melengkapi kandungan gizi yang terkandung dalam beras. **Metode:** penelitian ini terdiri dari tiga formulasi, serta analisis beras analog yang terdiri dari dua tahapan, tahap pertama dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan analisis sensori beras analog, tahap kedua untuk mengetahui sifat kimia beras analog. **Hasil:** hasil yang diperoleh dari ketiga formulasi yaitu pada analisis sensori dengan nilai 2,07-2,5; sifat fisik beras analog, yaitu rendemen 60,50-63%; densitas kamba 0,6-0,63 g/ml; daya serap air 73,21-75,08%; daya pengembangan 25,01-29,1%; dan waktu pemasakan 13,85-14,26 menit, sedangkan karakteristik kimianya, yaitu kadar air 6,22-7,06%; kadar abu 0,50-1,04%; kadar protein 3,53-4,08%; kadar lemak 0,27-0,62%; total karbohidrat 88,11-88,71%; kadar serat kasar 2,41-3,42%; total kalori 380,67-382,62 kkal; zat besi 24,4-78,45 mg/100g; sitosterol 1,06-1,20%; stigmasterol 1,16-1,42% dan flavonoid 0,19-0,27 mg/100g. **Kesimpulan:** Beras analog dapat direkomendasikan sebagai makanan alternatif bagi ibu menyusui dengan mengkonsumsi sekitar 300 gram per hari; total kalori 1148 kkal; protein 12,24%; karbohidrat 264,63%; serat kasar 10,26%; zat besi 235,35 mg/100g; flavonoid 0,57 mg/100g; sitosterol 3,27%; dan stigmasterol 3,48%.

Kata kunci: beras analog, daun kelor, ibu menyusui, jagung kuning, sagu.

ABSTRACT

TRIE ELA ROMBE (NIM. G031171009). Study of Production of Analog Rice Based on Sago Flour (*Metroxylon sagu* Robb.), Yellow Corn Flour (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt), And Moringa Leaf Flour (*Moringa oleifera* L.) in Nutritional Fulfillment of Breastfeeding Mothers. Supervised by Meta Mahendradatta and Andi Nur Faidah Rahman

Background: analog rice is a plant-based alternative to resembling rice that can be made from leaves, cereals, and tuber that is gaining popularity due to its health and environmental benefits. Its ability to mimic the taste, texture, and appearance of real rice makes it a nutritious option to replace rice. Several alternatives to make analog rice includes using sago (*Metroxylon sagu* Robb.) flour, yellow corn (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt) flour, and moringa (*Moringa oleifera* L.) leaf flour due to its high nutritional compositions, especially the high protein and iron that fit for breastfeeding mothers. **The Aim:** to produce an alternative source in the development of analog rice using sago, yellow corn, and moringa leaves to fulfil the nutrition of nursing mothers and to complement the nutritional content contained in rice. **Methods:** there are three formulations were applied in this study, and the analysis of analog rice consisted of two stages; the first stage was carried out to determine the physical properties and sensory acceptance of analog rice, the second stage was carried out to determine the chemical properties of analog rice. **Result:** the results obtained in three formulations revealed that the sensory analysis with a score of 2.07-2.5, the physical characteristics of analog rice; yield 60.50-63%; bulk density 0.6-0.63 g/ml; water absorption 73.21-75.08%; development power 25.01-29.1%; and cooking time 13.85-14.26 minutes, while the chemical characteristics, the water content 6.22-7.06%; ash content 0.50-1.04%; protein content 3.53-4.08%; fat content 0.27-0.62%; total carbohydrates 88.11-88.71%; crude fiber content 2.41-3.42%; total calories 380.67-382.62 kcal; iron 24.4-78.45 mg/100g; sitosterol 1.06-1.20%; stigmasterol 1.16-1.42% and flavonoids 0.19-0.27 mg/100g. **Conclusion:** analog rice can be recommended as an alternative food for breastfeeding mothers by consuming around 300 grams per day; total calories 1148 kcal; protein 12.24%; carbohydrates 264.63%; crude fiber 10.26%; iron 235.35 mg/100g; flavonoids 0.57 mg/100g; sitosterol 3.27%; and stigmasterol 3.48%.

Keywords: analog rice, breastfeeding mother, moringa leaf, sago, yellow corn

PERSANTUNAN

Segala puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Puji Tuhan, skripsi dengan judul “Studi Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Sagu (*Metroxylon sagu* Robb.), Tepung Jagung Kuning (*Zea mays L. saccharata* Sturt), dan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) dalam Pemenuhan Gizi Ibu Menyusui” yang disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi guna mendapatkan gelar sarjana pada program strata satu (S1) di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mampu melewati berbagai hambatan karena banyaknya dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada orang tua penulis, Ibu Selfina Ropi Lantang dan Bapak Yopi Rombe atas semua dukungan doa, pengorbanan, kerja keras, nasihat, dan kasih sayang yang tulus dan tak henti-hentinya kepada penulis hingga penulis mampu sampai kejenjang pendidikan saat ini. Terima kasih pula kepada ketiga saudara penulis, kakak Yoris Rombe, kakak Dwi Yulian Rombe, dan adik Eugie Adhitya yang senantiasa membantu dan memberikan motivasi serta perhatian kepada penulis, serta kakek, paman Agus Rombe, tante Eka, tante Marsel, tante Tiara, kak Layuk, kak Jun, kak Amelin, serta segenap keluarga yang senantiasa memberikan dukungan, doa, motivasi serta bantuan moril dan materil kepada penulis.

Penulis juga memberikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pembimbing Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta dan Dr. Andi Nur Faidah Rahman, S.TP., M.Si., atas setiap ilmu, bimbingan, didikan, motivasi, perhatian, kritik, saran, serta segala kesabaran yang telah diberikan kepada penulis sejak rencana penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini selesai, serta Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si., atas setiap arahan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis. Terima kasih pula penulis sampaikan kepada seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Staf-staf Laboran Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga dalam memberikan ilmu, didikan, motivasi, serta semangat kepada penulis selama berkuliah di Universitas Hasanuddin. Semoga Tuhan senantiasa membalas segala kebaikan dan jasa dari Bapak/Ibu dengan segala berkat dan kesehatan.

Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada sahabat penulis selama berproses di bangku perkuliahan yaitu teman-teman Sunlight, diantaranya Esra, Kezia,

Fani, Ummul dan Rival atas setiap doa, bantuan, semangat, kasih, perhatian, motivasi, serta kebersamaannya selama ini, terima kasih pula kepada kak Vivi, kak Irwan, kak Tata, dan kak Sam atas bimbingan dan bantuannya selama penulis melakukan penelitian, serta teman-teman seangkatan Bunsen 2017 atas setiap dukungan dan bantuannya selama ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pak Agus dan Ibu Nontje yang telah berperan menjadi orang tua kedua penulis selama di Makassar atas semua bimbingan, kasih sayang, didikan, bantuan, dan perhatian yang diberikan kepada penulis, serta kepada penghuni Rumah Kita kak Mira, kak Angela, Yopis, Ecclesia, Rida, Amadeus, Gleryco, Gayus, Febri, Nyoman, Ulba, Paul, Lukas, Lely, dan kakak-kakak ex Bro House kak Eben, kak Lim, kak Yonas, kak Yakub, kak Remi, kak Timey, kak Fischer, kak Brayen, kak Rias, kak Ari, serta Sister kak Hening, kak Pinsa, kak Hersi, kak Geby, Mercy, Ledi, Tri, Herta, kak Ocha, kak Delfi, Fani Elna, Priskila, Via, serta Bro Sis dalam Pekrejaan Kampus di Makassar atas setiap dukungan serta doa yang telah diberikan kepada penulis, Teman-teman seperjuangan PMW Sentra, yaitu Esra, Ecclesia, Michelle, Abam, dan Brayen serta seluruh teman-teman PMK. Kepada semua pihak yang telah membantu dan tidak sempat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala dukungan dan bantuan serta doa yang diberikan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini, semoga kedepannya dapat bermanfaat dan menjadi lebih baik lagi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf. Akhir kata, semoga tulisan ini memberikan manfaat untuk pembaca.

Makassar, Februari 2023

Penulis

RIWAYAT HIDUP



Trie Ela Rombe lahir di Rantepao pada tanggal 03 April 1999 merupakan anak ketiga dari Bapak Yopi Rombe dan Ibu Selfina Ropi Lantang, serta memiliki kakak laki-laki bernama Yoris Rombe dan Dwi Yulian Rombe serta adik laki-laki bernama Eugie Adhitya, Pendidikan formal yang ditempuh adalah:

1. Sekolah Dasar Katolik Rantepao 3 (2005-2011)
2. Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Rantepao (2011-2014)
3. Sekolah Menengah Atas Kristen Elim Makassar (2014-2017)

Pada tahun 2017, penulis diterima di Universitas Hasanuddin melalui jalur SNMPTN (Jalur Undangan) dan tercatat sebagai Mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar. Selama menempuh pendidikan, penulis cukup aktif baik dibidang akademik maupun non akademik. Penulis pernah menjadi peserta dalam PMW UNHAS dan menjadi ketua tim, serta menjadi peserta dalam PKM dan menjadi ketua tim. Penulis juga aktif dalam organisasi TRUST (The Real Ultimate Student), KEFAS Makassar (Kelompok Firman dan Studi), dan PMK FAPERTAHUT-UH (Persekutuan Mahasiswa Kristen).

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
PERSANTUNAN	vii
RIWAYAT HIDUP	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Beras Analog	4
2.2 Kebutuhan Gizi Ibu Menyusui	5
2.3 Sagu (Metroxylon sagu Robb,).....	6
2.4 Jagung Kuning (Zea mays Saccharata Sturt L,)	7
2.5 Daun Kelor (Moringa oleifera L,)	7
2.6 Tepung Sagu	10
2.7 Tepung Jagung Kuning.....	10
2.8 Tepung Daun Kelor	10
2.9 Teknologi Ekstrusi.....	11
3. METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat.....	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Prosedur Penelitian	13
3.4 Desain Penelitian	14
3.5 Parameter Pengamatan	15
3.6 Pengolahan Data	20

4. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Analisis Sensori	23
4.2 Analisis Sifat Fisik.....	28
4.2.1 Rendemen	28
4.2.2 Densitas Kamba	29
4.2.3 Daya Serap Air	30
4.2.4 Daya Pengembangan	31
4.2.5 Waktu Pemasakan.....	32
4.3. Analisis Sifat Kimia.....	33
4.3.1 Kadar Air	34
4.3.2 Kadar Abu.....	35
4.3.3 Kadar Protein.....	36
4.3.4 Lemak	38
4.3.5 Karbohidrat.....	39
4.3.6 Kadar Serat Kasar	41
4.3.7 Total Kalori.....	42
4.3.8 Zat Besi.....	43
4.3.9 Sitosterol.....	45
4.3.10 Stigmasterol	46
4.3.11 Flavonoid	47
5. KESIMPULAN	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Table 1 Kebutuhan Nutrisi pada Perempuan Tidak Hamil, Hamil, dan Menyusui	5
Table 2 Kandungan Gizi pada Jagung Kuning	7
Table 3 Kandungan Gizi pada Daun Kelor	8
Table 4 Kandungan Gizi pada Tepung Sagu	9
Table 5 Formulasi Pembuatan Beras Analog	15
Table 6 Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog	28
Table 7 Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Beras Analog dari (a) sorgum, jagung, maizena, dan sagu, (b) jagung, kedelai, bekatul, dan sagu, (c) jagung putih dan sagu, (d) singkong, ampas kelapa, dan sagu.....	4
Gambar 2 Nasi Analog dari (a) sorgum, jagung, maizena, dan sagu, (b) jagung, kedelai, bekatul, dan sagu, (c) jagung putih dan sagu, (d) singkong, ampas kelapa, dan sagu.....	5
Gambar 3 Tanaman Sagu	7
Gambar 4 Tanaman Kelor	8
Gambar 5 Tepung Sagu	10
Gambar 6 Tepung Jagung Kuning.....	10
Gambar 7 Tepung Daun Kelor	11
Gambar 8 Mesin Ekstruder.....	12
Gambar 9 Diagram Alir Pembuatan Beras Analog	14
Gambar 10 Pengukuran Diameter Butiran Beras Analog	16
Gambar 11 Beras Analag (a) Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung 60:40% (Tepung Kelor 3%), (b) Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung Kuning 70:30% (Tepung Kelor 5%), (c) Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung 80:20% (Tepung Kelor 10%),	22
Gambar 12 Nasi Analag (a) Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung 60:40% (Tepung Kelor 3%), (b) Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung Kuning 70:30% (Tepung Kelor 5%), (c) Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung 80:20% (Tepung Kelor 10%),	23
Gambar 13 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung Kuning terhadap Analisis Sensori Nasi Analog	24
Gambar 14 Analisis Sensori Nasi Analog Perbandingan Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor pada Parameter Warna.....	24
Gambar 15 Analisis Sensori Nasi Analog Perbandingan Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor pada Parameter Aroma.....	25
Gambar 16 Analisis Sensori Beras Analog Perbandingan Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor pada Parameter Tekstur	26
Gambar 17 Analisis Sensori Nasi Analog Perbandingan Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor pada Parameter Rasa.....	27
Gambar 18 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Rendemen Beras Analog.....	28

Gambar 19 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Densitas Kamba Beras Analog	29
Gambar 20 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Daya Serap Air Beras Analog.....	31
Gambar 21 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Daya Pengembangan Beras Analog.....	32
Gambar 22 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Waktu Pemasakan Beras Analog	33
Gambar 23 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Kadar air Beras Analog.....	34
Gambar 24 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu, Tepung Jagung, dan Tepung Daun Kelor terhadap Kadar Abu Beras Analog.....	36
Gambar 25 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung Kuning terhadap Kadar Protein Beras Analog	37
Gambar 26 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung Kuning terhadap Kadar Lemak Beras Analog	39
Gambar 27 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung Kuning terhadap Kadar Karbohidrat Beras Analog	40
Gambar 28 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung Kuning terhadap Kadar Serat Kasar Beras Analog	41
Gambar 29 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung Kuning terhadap Total Kalori Beras Analog.....	43
Gambar 30 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung Kuning terhadap Kadar Zat Besi Beras Analog	44
Gambar 31 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung Kuning terhadap Kadar Sitosterol Beras Analog	45
Gambar 32 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung Kuning terhadap Kadar Stigmasterol Beras Analog	46
Gambar 33 Hubungan Perbandingan Tepung Sagu dan Tepung Jagung Kuning terhadap Total Flavonoid Beras Analog.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Pengujian Sampel Penelitian	62
Lampiran 2 Kuesioner Uji Hedonik Analisis Sensori	63
Lampiran 3 Data Hasil Analisis Sensori (Uji Organoleptik) Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor	64
Lampiran 4 Data Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Rendemen	67
Lampiran 5 Data Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Densitas Kamba	69
Lampiran 6 Data Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Daya Serap Air	70
Lampiran 7 Data Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Daya Pengembangan	71
Lampiran 8 Data Hasil Analisis Sifat Fisik Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Waktu Pemasakan.....	72
Lampiran 9 Data Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Kadar Air	73
Lampiran 10 Data Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Kadar Abu.....	74
Lampiran 11 Data Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Kadar Protein	76
Lampiran 12 Data Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Kadar Lemak	77
Lampiran 13 Data Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Kadar Karbohidrat	78
Lampiran 14 Data Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Kadar Serat Kasar	79
Lampiran 15 Data Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Total Kalori.....	80
Lampiran 16 Data Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Kadar Zat Besi (Fe)	81
Lampiran 17 Data Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Kadar Sitosterol	83

Lampiran 18 Data Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Kadar Stigmasterol	84
Lampiran 19 Data Hasil Analisis Sifat Kimia Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor terhadap Kadar Flavonoid	85
Lampiran 20 Hasil Formulasi Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor	86
Lampiran 21 Dokumentasi Kegiatan Pembuatan Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor	88
Lampiran 22 Dokumentasi Kegiatan Pengujian Karakteristik Fisik dan Kimia Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor	89
Lampiran 23 Dokumentasi Kegiatan Pengujian Organoleptik Beras Analog dari Tepung Sagu, Tepung Jagung Kuning, dan Tepung Daun Kelor	90

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beras merupakan salah satu bahan pokok masyarakat Indonesia yang sulit untuk digantikan. Meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia merupakan salah satu parameter meningkatnya kebutuhan akan produksi beras di Indonesia. Pemerintah terus berupaya meningkatkan ketahanan pangan nasional salah satunya adalah melalui upaya diversifikasi pangan seperti pembuatan beras analog.

Beras analog merupakan beras yang terbuat dari kombinasi berbagai jenis bahan pangan seperti dedaunan, umbi-umbian dan serelia. Beras analog dapat dimasak dan dikonsumsi seperti beras pada umumnya. Beras analog yang terbuat dari berbagai jenis bahan pangan menjadi alternatif untuk mengatur kandungan gizi yang terdapat dalam beras analog agar sesuai dengan konsumen seperti untuk penderita diabetes ataupun untuk ibu menyusui.

Kebutuhan gizi ibu menyusui lebih tinggi dibandingkan dengan wanita normal pada umumnya. Makanan yang dikonsumsi oleh ibu menyusui tidak hanya untuk ibu tetapi juga bayi melalui Air Susu Ibu (ASI) yang diperlukan untuk tumbuh kembang bayi. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Kemenkes RI pada tahun 2018, terdapat sekitar 3,8% balita usia 0-23 bulan mengalami gizi buruk dan 14% balita yang mengalami kurang gizi. Hal ini sangat bergantung pada asupan gizi yang diberikan oleh ibu melalui Air Susu Ibu (ASI) yang dikonsumsi oleh bayi. Oleh karena itu asupan pangan yang sehat dan bergizi sangat penting dikonsumsi oleh ibu menyusui untuk memenuhi kebutuhan gizi ibu dan bayi. Salah satu alternatifnya seperti mengonsumsi beras analog yang terbuat dari tepung sagu, tepung jagung kuning, dan tepung daun kelor dengan komposisi kandungan gizi yang tinggi.

Sagu (*Metroxylon sagu* Robb.) merupakan salah satu tanaman yang banyak terdapat di Indonesia. Pemanfaatan sagu umumnya digunakan sebagai sumber karbohidrat serta bahan perekat pada produk pangan seperti beras analog. Selain itu juga digunakan sebagai makanan pokok bagi masyarakat Papua dan Maluku.

Jagung kuning (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt) merupakan salah satu bahan pokok yang dikonsumsi masyarakat Indonesia selain beras dan ubi. Jagung kaya akan kandungan gizi seperti serat pangan, mineral zat besi, asam amino esensial, dan sebagainya (Suarni, 2009). Jagung juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein dan karbohidrat pada produk pangan.

Daun kelor (*Moringa oleifera* L.) merupakan jenis tanaman yang berasal dari suku *Moringaceae*. Daun kelor sangat terkenal sebagai tanaman dengan segudang manfaat karena kaya akan kandungan gizi yang diperlukan oleh tubuh bahkan untuk penyembuhan penyakit. Daun kelor merupakan salah satu tanaman yang kaya akan nutrisi seperti vitamin C 7 kali lebih banyak dari jeruk, vitamin A 10 kali lebih banyak dari wortel, protein 9 kali lebih banyak dari yoghurt, kalium 15 kali lebih banyak dari pisang, kalsium 17 kali lebih banyak dari susu, dan zat besi 25 kali lebih banyak dari bayam (Gopalakrishnan, dkk, 2016). Berdasarkan pengujian yang dilakukan oleh Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro) (2014), daun kelor memiliki sejumlah bahan aktif yang baik untuk menunjang kebutuhan gizi ibu menyusui, seperti flavonoid, steroid, terpenoid, tannin, saponin, glikosida, dan gula tereduksi. Hasil penelitian Mutiara (2011), menyatakan bahwa pemberian tepung daun kelor berpengaruh nyata terhadap peningkatan produksi air susu pada tikus putih galur wistar. Pemberian dosis tepung daun kelor diatas 42 mg/kg berat badan tikus, nyata meningkatkan sekresi air susu induknya dan berat badan anak tikus. Hal ini dipertegas oleh penelitian Anjarsari, D.N. (2012), dengan presentasi kenaikan berat badan anak mencit pada hari ke-15 dengan pakan induk mencit beras biasa (*Oryza sativa*) sebesar 230,53%, sedangkan beras analog dengan suplementasi tepung daun kelor 10% sebesar 541,27%. Selain itu, daun kelor juga mengandung senyawa fitosterol yang berfungsi meningkatkan dan memperlancar produksi Air Susu Ibu (ASI) karena merupakan prekursor hormon untuk memperlancar ASI (efek laktogogum).

Ekstrusi merupakan teknologi pengolahan yang dapat digunakan dalam pembuatan beras analog. Proses pengolahan dengan teknologi ekstrusi terdiri dari beberapa tahapan, seperti pencampuran bahan, pemasakan, pengadonan, *shearing*, dan pembentukan atau pencetakan dengan *die* (cetakan). Alat yang digunakan dalam proses ekstrusi dinamakan dengan ekstuder (Widara, 2012).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memproduksi sumber pangan alternatif berupa beras analog yang terbuat dari sagu, jagung, dan daun kelor untuk pemenuhan gizi ibu menyusui serta melengkapi kandungan gizi yang terdapat dalam beras yang diwujudkan dalam beras analog. Hal inilah yang mendasari penelitian ini dengan judul penelitian **“Studi Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Sagu (*Metroxylon sagu* Robb.) dan Tepung Jagung Kuning (*Zea mays Saccharata* Sturt L.) dalam Pemenuhan Gizi Ibu Menyusui dengan Teknologi Ekstrusi”**.

1.2 Rumusan Masalah

Makanan pokok masyarakat Indonesia saat ini yaitu beras tanpa terkecuali bagi ibu menyusui. Ibu menyusui umumnya memerlukan supaian gizi yang lebih tinggi dibandingkan dengan wanita normal pada umumnya. Ketersediaan Air Susu Ibu (ASI) erat kaitannya pada sumber gizi yang dikonsumsi oleh ibu menyusui. Sehingga perlu untuk melakukan diversifikasi pangan untuk pemenuhan gizi bagi ibu menyusui salah satunya yaitu beras analog. Beras analog dapat dibuat dengan memanfaatkan sumber pangan lokal seperti sagu, jagung, dan daun kelor. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui formulasi yang tepat dalam pembuatan beras analog bagi ibu menyusui baik dari segi kandungan gizi maupun karakteristik fisikokimia beras analog.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu tujuan umum dan tujuan khusus, antara lain:

Tujuan umum dari penelitian ini, yaitu untuk menghasilkan pangan alternatif bagi ibu menyusui berupa beras analog dengan bentuk menyerupai beras pada umumnya yang terbuat dari tepung sagu, tepung jagung kuning, dan serbuk daun kelor.

Tujuan khusus dari penelitian ini, yaitu:

1. Untuk menganalisis sifat fisikokimia dari beras analog yang terbuat dari tepung sagu, tepung jagung kuning, dan serbuk daun kelor.
2. Untuk memperoleh formulasi yang optimal dalam pemenuhan gizi ibu menyusui dari beras analog yang terbuat dari tepung sagu, tepung jagung kuning, dan serbuk daun kelor.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, antara lain:

1. Diharapkan mampu memberikan manfaat kepada produsen atau pelaku industri dalam memanfaatkan pangan lokal sebagai bahan alternatif pembuatan beras analog.
2. Sebagai bentuk diversifikasi pangan yang mendukung ketahanan pangan nasional.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beras Analog

Beras analog merupakan beras tiruan yang bentuknya menyerupai beras tetapi terbuat dari bahan non beras dengan penambahan air (Budijanto dan Yuliyanti, 2012). Kandungan karbohidrat yang terdapat dalam beras analog dapat mendekati atau melebihi beras dan dapat berasal dari kombinasi tepung-tepungan dari umbi-umbian dan serelia (Deptan, 2011; Samad, 2003). Beras analog berpotensi untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional jika ditinjau dari kandungan gizinya. Pemilihan bahan baku yang digunakan juga sangat menentukan kandungan gizi dari beras analog yang akan dihasilkan. Bahan baku yang memiliki kandungan gizi tinggi yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan beras analog, antara lain sagu, jagung, singkong, sorgum, kedelai, dan berbagai sumber lainnya (Novitasari, S., dkk., 2017).

Beras analog banyak dikembangkan oleh berbagai peneliti dengan beragam metode pembuatannya. Beberapa diantaranya yaitu pembuatan beras analog dengan metode pencetakan (Fitriani, dkk., 2013), grits (Husain, dkk., 2006; Supriyadi, dkk., 2004), granulasi (Hidayat, dkk., 2015), dan ekstrusi (Noviasari, dkk., 2013; Mishra, et al., 2012). Metode ekstrusi merupakan metode terbaik dibandingkan dengan metode lainnya karena beras analog yang dihasilkan memiliki karakteristik yang sangat mirip dengan beras pada umumnya karena bahan baku yang digunakan akan dimasukkan kedalam ekstruder dan dilewatkan melalui *die* (cetakan) yang telah didesain menyerupai bentuk beras (Rosida, 2019).



Gambar 1 Beras Analog dari (a) sorgum, jagung, maizena, dan sagu, (b) jagung, kedelai, bekatul, dan sagu, (c) jagung putih dan sagu, (d) singkong, ampas kelapa, dan sagu

Sumber: Widara, 2012; Kurniawati, 2013; Noviasari, dkk., 2013; Kharisma, dkk., 2014



Gambar 2 Nasi Analog dari (a) sorgum, jagung, maizena, dan sagu, (b) jagung, kedelai, bekatul, dan sagu, (c) jagung putih dan sagu, (d) singkong, ampas kelapa, dan sagu

Sumber: Widara, 2012; Kurniawati, 2013; Noviasari, dkk., 2013; Kharisma, dkk., 2014

2.2 Kebutuhan Gizi Ibu Menyusui

Gizi seimbang penting bagi ibu menyusui karena erat kaitannya dengan produksi air susu. Pemenuhan gizi yang baik akan berpengaruh terhadap status gizi ibu menyusui dan tumbuh kembang bayinya (Oktarina, dkk., 2019). Pemenuhan kebutuhan gizi ibu menyusui adalah susunan menu seimbang yang dianjurkan untuk ibu menyusui yang terdiri dari energi, protein, lemak, vitamin, dan mineral. Air Susu Ibu (ASI) merupakan sumber utama asupan terbaik untuk bayi karena mengandung kebutuhan energi dan zat gizi yang dibutuhkan oleh bayi selama enam bulan pertama kehidupan bayi (Safitri, 2016). Zat gizi dalam ASI memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan dan kesehatan bayi. Zat gizi yang sangat berperan yaitu zat gizi makro berupa karbohidrat, lemak dan protein. Kurang lancarnya Air Susu Ibu (ASI) dan tidak terpenuhinya kebutuhan gizi ibu dipicu oleh keseimbangan makanan yang dikonsumsi ibu dengan Air Susu Ibu (ASI) yang diproduksi karena kebutuhan gizi ibu menyusui lebih banyak dibandingkan dengan wanita tidak menyusui karena ibu memerlukan gizi untuk dua orang yakni untuk ibu dan bayinya (Radharisnawati, N.K., dkk., 2017). Ibu menyusui memerlukan 500-1000 kalori lebih dibandingkan dengan wanita yang tidak menyusui. Ibu menyusui rentan terhadap kekurangan magnesium, vitamin B6, folat, kalsium, dan seng (Proverawati A, dkk., 2010). Berikut merupakan tabel kebutuhan gizi ibu menyusui, antara lain:

Table 1 Kebutuhan Nutrisi pada Perempuan Tidak Hamil, Hamil, dan Menyusui

Nutrisi	Perempuan Tidak Hamil 15-18 tahun	Hamil	Menyusui
Makronutrisi			
Kalori (kal)	2200	2500	2600
Protein (g)	55	60	65

Mikronutrien			
Vitamin larut dalam lemak			
A	800	800	1300
D	10	10	12
E	8	10	12
K	55	65	65
Vitamin larut dalam air			
C	60	70	95
Folat	180	400	270
Niasin	15	17	20
Riblofavin	1,3	1,6	1,8
Tiamin	1,2	1,5	1,6
Piridoksin B6	1,6	2,2	2,1
Kobalamin	2,0	2,2	2,6
Mineral			
Kalsium	1200	1200	1200
Fosfor	1200	1200	1200
Yodium	150	175	200
Besi	15	30	15
Magnesium	280	320	355
Seng	12	15	19

Sumber: *Prawirohardjo, S., 2008*

2.3 Sagu (*Metroxylon sagu* Robb.)

Sagu (*Metroxylon sagu* Robb.) merupakan salah satu kekayaan hutan Indonesia yang cukup signifikan. Indonesia memiliki 1 juta hektar hutan sagu atau menguasai 51,3% hutan sagu di dunia yang tersebar di beberapa wilayah, seperti Papua, Maluku, Riau, Sulawesi Tengah (Bintoro, 2008). Sagu memiliki potensi besar dalam memenuhi kebutuhan diversifikasi pangan. Pati yang berasal dari sagu juga digunakan sebagai sumber karbohidrat. Selain itu, sagu juga dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan beras analog tidak hanya sebagai sumber karbohidrat tetapi dapat berperan sebagai bahan perekat untuk memperoleh butiran beras yang kokoh sehingga beras analog yang dihasilkan tidak mudah hancur dan tidak rapuh ketika dimasak (Herawati, dkk., 2014).



Gambar 3 Tanaman Sagu

Sumber: Assagaf, M., dkk., 2013; Rosida, D.F., 2019

2,4 Jagung Kuning (*Zea mays L. saccharata* Sturt)

Jagung kuning (*Zea mays L. saccharata* Sturt) merupakan hasil palawija yang berperan penting dalam pola makanan masyarakat Indonesia setelah beras. Ditinjau dari kandungan gizinya, jagung kuning merupakan bahan pangan sumber karbohidrat dan protein sehingga jagung berpotensi sebagai bahan pangan alternatif atau substitusi beras (Lalujan, dkk., 2017). Jagung kuning kaya akan kompoen pangan fungsional seperti serat pangan (*dietary fiber*), asam lemak esensial, isoflavon, mineral Fe, β -karoten (pro vitamin A), komposisi asam amino esensial, dan lainnya (Suarni, 2009). Berikut adalah tabel kandungan gizi jagung, antara lain:

Table 2 Kandungan Gizi pada Jagung Kuning

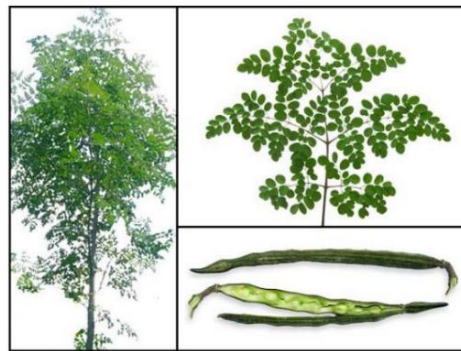
Kandungan Gizi	Jumlah
Energi	96 kkal
Protein	3,5 g
Lemak	1,0 g
Karbohidrat	22,8 g
Kalsium	3,0 mg
Fosfor	111 mg
Besi	0,7 mg
Vitamin A	400 SI
Vitamin B	0,15 mg
Vitamin C	12,0 mg
Air	72,7 g

Sumber: Iskandar, 2006

2.5 Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.)

Daun kelor (*Moringa oleifera* L.) secara luas digunakan sebagai makanan dan obat di Asia dan Afrika. Daun kelor merupakan salah satu tanaman yang kaya akan nutrisi seperti vitamin C 7 kali lebih banyak dari jeruk, vitamin A 10 kali lebih banyak dari wortel, protein 9 kali lebih banyak dari yoghurt, kalium 15 kali lebih banyak dari pisang, kalsium

17 kali lebih banyak dari susu, dan zat besi 25 kali lebih banyak dari bayam (Gopalakrishnan, dkk, 2016). Hasil penelitian Ojjako (2014), menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor mengandung beberapa bahan aktif yaitu tanin 8,22%, saponin 1,75% dan fenol 0,19%. Selain itu, daun kelor juga mengandung berbagai macam asam amino, antara lain asam aspartat, asam glutamat, alanin, leusin, isoleusin, valin, histidin, lisin, arginine, venilalanin, triptopan, sistein dan methionin (Simbolan, dkk., 2007).



Gambar 4 Tanaman Kelor

Sumber: *daunkelor.org*

Di Indonesia tanaman kelor merupakan bahan makanan yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai kuliner bagi ibu menyusui. Kelor mengandung senyawa fitosterol seperti stigmasterol dan sitosterol yang berfungsi untuk meningkatkan dan memperlancar produksi ASI. Secara teoritis senyawa-senyawa yang memiliki efek laktogogum (memperlancar ASI) diantaranya adalah fitosterol (sterol) yang termasuk dalam golongan steroid (E-Journal Litbang, 2014). Senyawa fitosterol tersebut merupakan prekursor produksi hormon estrogen yang dapat menstimulasi proliferasi kelenjar air susu untuk produksi ASI (Gupta S., dkk., 2018). Berikut adalah perbandingan kandungan nutrisi daun kelor segar dan daun kelor kering (serbuk), antara lain :

Table 3 Kandungan Gizi pada Daun Kelor

Kandungan Nutrisi	Daun Segar	Serbuk Daun
Air (%)	75,0	7,5
Kalori	92	205
Protein (g)	6,7	27,1
Lemak (g)	1,7	2,3
Karbohidrat (g)	13,4	38,2
Serat (g)	0,9	19,2
Mineral (g)	2,3	-
Kalsium (K) (mg)	440	2003

Magnesium (MG) (mg)	24	368
Fosfor (P) (mg)	70	204
Kalium (K) (mg)	259	1324
Tembaga (Cu) (mg)	1,1	0,57
Zat besi (Fe) (mg)	7,0	28,2
Sulfur (S) (mg)	137	870
asam oksalat (mg)	101	1,6
Vitamin A (mg)	6,8	16,3
Vitamin B (mg)	423	-
Vitamin B1 (mg)	0,21	2,64
Vitamin B2 (mg)	0,05	20,5
Vitamin B3 (mg)	1,08	8,2
Vitamin C (mg)	220	17,3
Vitamin E	-	113

Sumber: *Clement A., dkk., 2017*

2,6 Tepung Sagu

Tepung sagu merupakan salah satu produk sagu dari ekstraksi batang sagu atau empulur sagu. Tepung sagu digunakan sebagai sumber karbohidrat karena kandungan karbohidratnya yang tinggi. Tepung sagu memiliki kandungan karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan tepung jagung dan tepung beras, yaitu 381 per 100 gram (Ernawati et al., (2018). Berikut tabel kandungan gizi tepung sagu antara lain:

Table 4 Kandungan Gizi pada Tepung Sagu

Komposisi kimia	Sumber	
	Rudel, dkk, (1978)	Djoefrie (1999)
Karbohidrat (%)	97,26	98,49
Protein	0,27	0,81
Serat Kasar (g)	0,41	0,23
Lemak	Sedikit	0,23
Abu	-	0,46
Kalsium	0,04	-
Besi	0,009	-
Air	36,99	15,87
Kalori (kkal)	285	357

Sumber: *Bantacut, T., 2011*



Gambar 5 Tepung Sagu

Sumber: *Riset Data Primer, 2021*

2.7 Tepung Jagung Kuning

Tepung jagung kuning merupakan bentuk hasil pengolahan jagung kuning dengan cara penggilingan atau penepungan. Menurut SNI 01-3727-1995, tepung jagung kuning adalah tepung yang diperoleh dengan cara menggiling biji jagung yang bersih dan baik melalui proses pemisahan kulit, endosperm, lembaga, dan tip cap. Menurut Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1996), tepung jagung kuning mengandung karbohidrat, lemak, fosfor, besi, vitamin B1, pigmen β -karoten yang berfungsi sebagai precursor vitamin A dan antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu (Hardiyanti, dkk., 2016). Berikut adalah gambar tepung jagung kuning, antara lain:



Gambar 6 Tepung Jagung Kuning

Sumber: *Data Primer Penelitian, 2021*

2.8 Tepung Daun Kelor

Tepung daun kelor merupakan hasil olahan yang berasal dari daun kelor. Serbuk daun kelor diperoleh melalui proses pengeringan daun kelor yang masih segar kemudian dihaluskan dan diayak sehingga diperoleh tepung daun kelor. Daun kelor yang dibuat berbentuk serbuk dapat mempermudah pemanfaatannya sebagai pangan fungsional. Selain

itu, daun kelor yang dikeringkan menjadi serbuk memiliki kandungan gizi yang lebih tinggi dibandingkan dengan daun kelor segar (Zubaydah, W.O.S., dkk., 2018). *Trees for Life* merupakan salah satu organisasi di Amerika yang melaporkan bahwa per gram daun kelor kering (serbuk) mengandung 10 kali vitamin A lebih banyak dari wortel, 17 kali kalsium lebih banyak dari susu, 25 kali lebih banyak zat besi dari bayam, 9 kali lebih banyak protein dari yogurt, dan 15 kali lebih banyak potassium daripada pisang (Sutanto T.D., dkk., 2007). Daun kelor kering per 100 gram mengandung air 7,5%, kalori 205 gram, karbohidrat 38,2 gram, protein 27,1 gram, lemak 2,3 gram, serat 19,2 gram, kalsium 2003 mg, magnesium 368 mg, fosfor 204 mg, tembaga 0,6 mg, besi 28,2 mg, sulfur 870 mg, dan potassium 1324 mg (Haryadi, 2011). Berikut adalah gambar dari tepung daun kelor, antara lain :



Gambar 7 Tepung Daun Kelor

Sumber: *Data Primer Penelitian, 2021*

2.9 Teknologi Ekstrusi

Teknologi ekstrusi merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan dalam pembuatan beras analog (Mishra, dkk., 2012). Teknologi ekstrusi ini meliputi pencampuran bahan dan pemanasan pada suhu tinggi (Budijanto dan Yulianti, 2012). Prinsip ekstrusi yaitu pengolahan bahan dengan mengkombinasikan beberapa proses berkesinambungan, antara lain pencampuran, pemanasan dengan suhu tinggi, pengadonan, shearing dan pencetakan adonan menggunakan cetakan (*die*) yang dirancang menyerupai bentuk yang akan menjadi hasil dari proses ekstrusi (Riaz, 2000). Berikut adalah gambar mesin ekstruder, antara lain:



Gambar 8 Mesin Ekstruder

Sumber: *Data Primer Penelitian, 2021*

Proses ekstrusi dapat dibagi menjadi dua berdasarkan temperaturnya, yaitu ekstrusi panas dan ekstrusi dingin. Ekstrusi panas merupakan proses ekstrusi dengan menggunakan temperatur diatas 70°C yang diperoleh dari proses pengukusan (*steam*) atau pemanasan listrik (*elemen*) yang dipasang mengelilingi barrel dan friksi antara adonan dengan permukaan *barrel* dan *screw*. Pemanasan dan kompresi ini menyebabkan terjadinya proses gelatinisasi (Mishra, dkk., 2012). Sedangkan ekstrusi dingin merupakan proses yang sama tetapi tanpa menggunakan input energi panas tambahan dengan temperatur rendah yaitu di bawah 70°C (Budi, dkk., 2013).

Beras analog yang dibuat dengan proses ekstrusi akan memiliki kemiripan sifat-sifat kimia fisika, penanakan dan tekstur dengan beras dengan memeperhatikan beberapa variabel dan parameter dalam proses ekstrusi. Variabel input terdiri dari komposisi bahan (pati, protein, serat, lemak), kadar air, ukuran partikel, dan aditif serta variabel proses berkaitan dengan kondisi operasional proses seperti suhu, kecepatan *screw*, laju ulir umpan dan kecepatan pisau potong. Sedangkan parameter sistem ekstrusi meliputi *Specific Mechanical Energy (SME)*, *energy thermal*, waktu tinggal, viskositas lelehan, suhu dan tekanan produk, luas cetakan (*die*) serta hambatan aliran. Parameter output proses ekstrusi lainnya yaitu gelatinisasi adonan di dalam barrel ekstruder, kadar air, dan suhu produk (Campanella, dkk., 2002).